

DIN EN ISO 3915

DIN

ICS 83.080.01

Ersatz für
DIN EN ISO 3915:1999-10**Kunststoffe –****Messung des spezifischen elektrischen Widerstands von leitfähigen Kunststoffen (ISO 3915:2022);****Deutsche Fassung EN ISO 3915:2022**

Plastics –

Measurement of resistivity of conductive plastics (ISO 3915:2022);

German version EN ISO 3915:2022

Plastiques –

Mesurage de la résistivité des plastiques conducteurs (ISO 3915:2022);

Version allemande EN ISO 3915:2022

Gesamtumfang 14 Seiten

DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 3915:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NBN (Belgien) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 054-01-03 AA „Physikalische, rheologische und analytische Prüfungen“ im DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK).

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 3915:1999-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Gerätespezifikationen überarbeitet;
- b) Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 3915: 1999-10

Deutsche Fassung
Kunststoffe
Messung des spezifischen elektrischen Widerstands von
leitfähigen Kunststoffen (ISO 3915:2022)

Plastics —
Measurement of resistivity of conductive plastics
(ISO 3915:2022)

Plastiques —
Mesurage de la résistivité des plastiques conducteurs
(ISO 3915:2022)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 12. Februar 2022 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Kurzbeschreibung	6
5 Prüfeinrichtung	6
6 Probekörper	8
7 Anzahl der Probekörper	9
8 Durchführung	9
9 Angabe der Ergebnisse	9
10 Prüfbericht	10
Literaturhinweise	12

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 3915:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NBN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2022 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 3915:1999.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 3915:2022 wurde von CEN als EN ISO 3915:2022 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61, *Plastics*, Unterkomitee SC 5, *Physical-chemical properties*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 249, *Kunststoffe*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 3915:1981), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- die Gerätespezifikationen wurden überarbeitet;
- das Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

0.1 Allgemeines

Das in diesem Dokument festgelegte Verfahren ist technisch vergleichbar mit dem Verfahren, das für Kautschuk in ISO 1853 festgelegt ist.

Jedoch bestehen in Bezug auf bestimmte Einzelheiten Unterschiede zwischen den Verfahren, besonders dahingehend, dass Probekörper aus Kunststoff eine größere Steifigkeit und insbesondere eine begrenzte Breite haben. Bei dem hier beschriebenen Verfahren zur Messung des spezifischen Widerstands leitfähiger Kunststoffe werden zwei Probleme berücksichtigt, d. h. die Empfindlichkeit dieser Werkstoffe gegenüber den temperaturabhängigen Vorbehandlungen und erfolgter Dehnung sowie die Schwierigkeit, eine geeignete elektrisch leitende Verbindung zu ihnen herzustellen.

Für Referenzzwecke ist es verbindlich, die für den Probekörper vorgeschriebene Breite unbedingt einzuhalten; jedoch dürfen ein breiterer Streifen und entsprechend breitere Elektroden angewendet werden. Bei Verwendung eines breiten Streifens besteht eine Gefahr, wenn der Streifen leicht verdreht und gleichzeitig sein spezifischer elektrischer Widerstand etwas ungleichmäßig ist. Es ist dann möglich, falsche Ergebnisse zu erhalten; die der Anode (der positiven Stromelektrode) näher gelegene Messelektrode kann sogar negativ gegenüber der anderen Messelektrode angeordnet werden.

0.2 Auswirkung von Temperaturänderungen und Dehnung auf leitfähige Kunststoffe

Wie erwähnt, ist der elektrische Widerstand dieser Werkstoffe empfindlich gegenüber temperaturabhängigen Vorbehandlungen und vorangegangener Dehnung. Die Beziehungen sind kompliziert und ergeben sich aus der kinetischen Energie und dem Strukturaufbau der Kohlenstoffteilchen im Polymer.

Der spezifische Widerstand darf sich durch Dehnungseinflüsse bei (oder nach) Entnahme aus dem Formwerkzeug erhöhen, und es wird eine Behandlung zur Rückführung der Probekörper auf eine konstante Dehnungs- und Temperaturbedingung beschrieben, bevor an diesen Messungen durchgeführt werden. Zur Bewertung einer Anisotropie werden Probekörper auch in zwei zueinander rechtwinkligen Richtungen ausgeschnitten.

0.3 Elektrodensysteme (siehe 5.3)

Bestimmte Elektrodenarten haben bei Anwendung auf diese Polymere einen Übergangswiderstand, der viele tausendmal größer als der Eigenwiderstand des Probekörpers sein kann. Trockene Kontakte unter leichtem Druck oder Punktkontakte ergeben sehr hohe Widerstände. Das vorliegende Prüfverfahren schaltet jedoch die Wirkungen von Übergangswiderständen aus, sofern diese nicht übermäßig hoch sind. (In solch einem Fall wird im Allgemeinen kein Ergebnis anstelle eines falschen Ergebnisses erhalten.)

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen an die Laboratoriumsprüfung des spezifischen Widerstands von besonders vorbereiteten Probekörpern aus Kunststoff fest, die durch den Einschluss von leitfähigen Füllstoffen oder eine geeignete Änderung des Aufbaus leitfähig gemacht wurden. Die Prüfung ist für Werkstoffe mit einem spezifischen Widerstand unter $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ ($10^4 \Omega \cdot \text{m}$) anwendbar.

Wegen der Oberflächenleitung ist das Ergebnis streng genommen kein spezifischer Durchgangswiderstand, jedoch sind die Auswirkungen der Oberflächenleitung im Allgemeinen vernachlässigbar.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

In diesem Dokument werden keine Begriffe aufgeführt.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

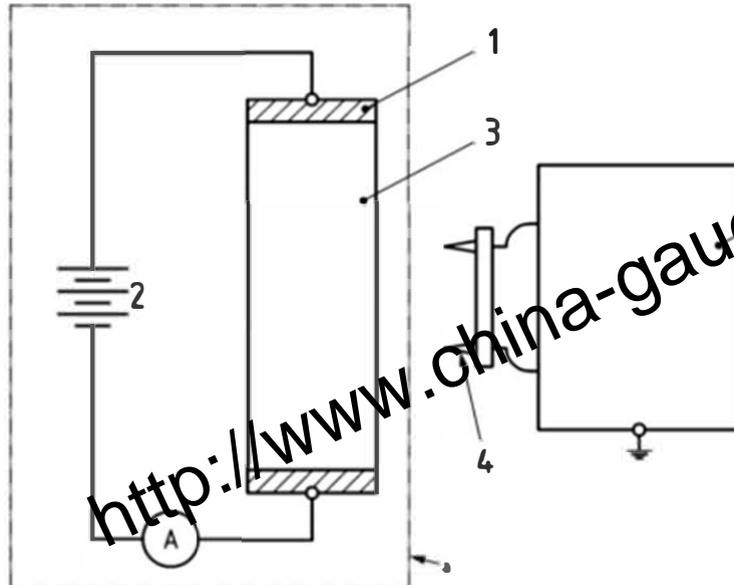
4 Kurzbeschreibung

Für die Prüfung zwingend vorgeschrieben ist die Anwendung des Vier-Pol-Verfahrens, und für Referenzzwecke müssen die empfohlene Probekörpergröße und Elektrodengestaltung eingehalten werden, jedoch kann es mitunter notwendig sein, einen breiteren Streifen mit Elektroden anderer Ausführung zu prüfen.

Ein stabiler Gleichstrom der Größe (I) wird zwischen den an den beiden Enden eines Streifens des zu prüfenden Werkstoffs angebrachten Elektroden durchgelassen. Der Potentialabfall (ΔU) zwischen den beiden Potentialelektroden wird mit einem Elektrometer gemessen. Der Widerstand in dem Abschnitt des Streifens, der zwischen den Potentialelektroden liegt, ist durch $R = \Delta U / I$ gegeben und unabhängig von den Übergangswiderständen. Auf diese Weise kann der spezifische Widerstand berechnet werden.

5 Prüfeinrichtung

Siehe Bild 1 für ein Schaltbild des Prüf-Stromkreises.



Legende

- 1 Stromelektrode
- 2 Gleichstromquelle
- 3 Probekörper
- 4 Messelektrode
- 5 Elektrometer
- A Milliamperemeter oder Mikroamperemeter

^a Der Isolationswiderstand gegen Erde muss für alle in diesem Rechteck vorhandenen Bauteile größer als $10^{12} \Omega$ sein.

Bild 1 — Schaltbild des Prüf-Stromkreises

5.1 Gleichstromquelle mit einem Widerstand gegen Erde von mindestens $10^{12} \Omega$ (erreichbar durch Aufstellen auf einer hochisolierenden Platte), die im Probekörper eine Verlustleistung von höchstens 0,1 W bewirkt.

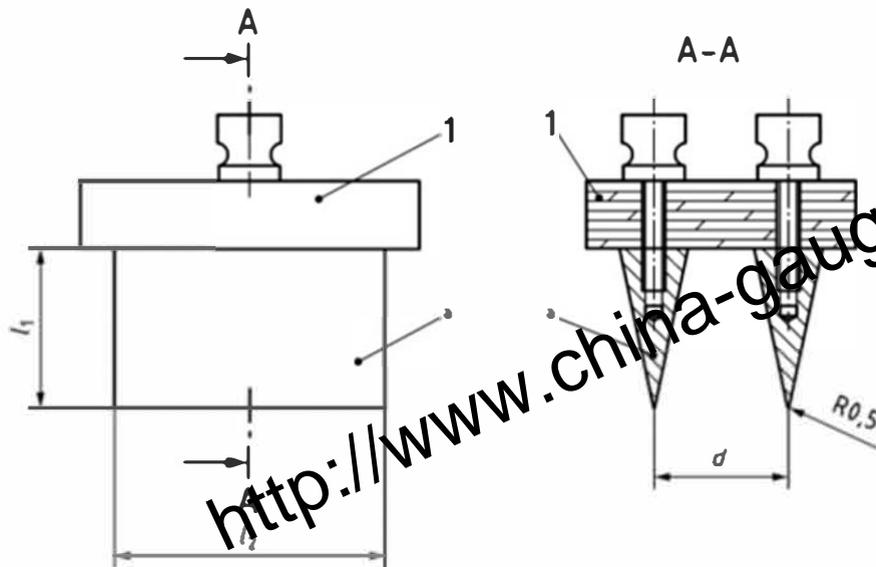
5.2 Milliamperemeter oder Mikroamperemeter, wie jeweils angemessen, zur Messung des Stromes mit einer Fehlergrenze von $\pm 5 \%$.

ANMERKUNG Niedrige Ströme können unter Anwendung des Elektrometers (5.4) aus der Messung des Potentialabfalls über einem bekannten Widerstand berechnet werden, der mit dem Probekörper in Reihe geschaltet ist.

5.3 Elektroden

5.3.1 Stromelektroden, aus sauberem Metall, entweder mit geeigneten Schellen oder Klemmen, die etwa 5 mm lang sind und über die Gesamtbreite des Probekörpers verlaufen, oder mit einem leitfähigen Anstrich, der die gleiche Fläche bedeckt.

5.3.2 Messelektrodensystem (siehe z. B. Bild 2), mit einer Masse von etwa 60 g, so dass es auf den Probekörper eine Kraft von etwa 0,6 N ausübt. Die Breite der Kontakte muss mindestens der des Probekörpers entsprechen. Die Kontakte müssen üblicherweise einen Abstand von $(10 \pm 0,2)$ mm voneinander haben. Für Sonderzwecke darf der Abstand zwischen den Kontakten größer sein (bis zu 70 mm), jedoch muss er mindestens 60 mm weniger als die Probekörperlänge betragen. Der Abstand zwischen den Kontakten muss auf $\pm 2 \%$ bekannt sein. Der Isolationswiderstand zwischen den Kontakten muss mindestens $10^{12} \Omega$ betragen.



Legende

l_1	Höhe der Kontakte	1	Polystyrol
l_2	Breite der Kontakte	a	Messing, Nickel oder nichtrostender Stahl.
d	Abstand zwischen den Kontakten	R0,5	Radius der Messelektrodenspitze (0,5 mm)

Bild 2 — Messelektroden

5.4 Elektrometer mit einem Eingangswiderstand von mehr als $10^{11} \Omega$ und mit einer Fehlergrenze von $\pm 5 \%$.

5.5 Platte aus einem hochisolierenden Werkstoff mit einem spezifischen Durchgangswiderstand von mehr als $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$.

5.6 Wärmeschrank, der auf einer Temperatur von $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ oder $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$, falls erforderlich, gehalten werden kann.

6 Probekörper

Der Probekörper muss ein Streifen mit einer bevorzugten Breite von 10 mm sein. Größere Breiten dürfen unter der Voraussetzung verwendet werden, dass sie die Breite der Messelektroden nicht überschreiten (siehe 5.3.2). Der Probekörper muss 70 mm bis 150 mm lang und üblicherweise 3 mm bis 4 mm dick sein, mit einer Grenzabweichung hinsichtlich der Gleichmäßigkeit der Dicke von $\pm 5 \%$. Dickere oder dünnere Probekörper dürfen aus Tafeln oder sonstigen Produkten ausgeschnitten werden. Es muss sorgfältig darauf geachtet werden zu vermeiden, dass die Tafeln oder Probekörper gebogen oder gedehnt werden, besonders dann, wenn sie eine geringere als die genormte Dicke haben.

Der Probekörper darf mit einem Messer oder einer Rasierklinge geschnitten werden, wobei jedoch sorgfältig darauf geachtet werden muss, Verformungen möglichst gering zu halten, da diese die Widerstandswerte beeinträchtigen können.

Die Oberflächen des Probekörpers müssen sauber sein; bei Bedarf dürfen sie durch Abreiben mit Fullererde (wasserhaltiges Magnesium-Aluminium-Silicat) und Wasser sowie Spülen mit destilliertem Wasser gereinigt und dann trocknen gelassen werden¹. Die Oberflächen dürfen weder geschwabbelt oder abgeschliffen

¹ Ein besonderes Trocknungsverfahren kann in der Werkstoffspezifikation angegeben werden.

werden, noch dürfen sie mit organischen Stoffen gereinigt werden, die den Werkstoff angreifen oder quellen lassen.

7 Anzahl der Probekörper

Von jeder der beiden zueinander rechtwinkligen Richtungen müssen drei gleichgroße Probekörper vorbereitet und geprüft werden. Die beiden Richtungen sollten nach Möglichkeit längs und quer zu allen Flussrichtungen während der Bearbeitung ausgewählt werden.

8 Durchführung

8.1 Nach der Vorbereitung wird der Probekörper mindestens 16 h bei Raumtemperatur und bei den in der Umgebung vorhandenen Feuchtebedingungen aufbewahrt.

8.2 Vor Prüfbeginn werden die Stromelektroden (5.3.1) mit den Enden des Probekörpers entweder durch Schellen oder Klemmen oder durch einen leitfähigen Anstrich verbunden, der die gleiche Fläche wie die Klemmen bedeckt.

8.3 Die erforderliche Konditionierung des Probekörpers sollte in der Werkstoffspezifikation beschrieben werden. Ist dies nicht der Fall, kann das folgende Verfahren angewendet werden: Unmittelbar nach Anbringung der Stromelektroden wird der Probekörper auf der Platte aus hochisolierendem Werkstoff (5.5) angeordnet und im Wärmeschrank (5.6) 2 h bei einer Temperatur von $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ erwärmt, um Dehnungen und Unregelmäßigkeiten, verursacht durch eine früher durchgeführte Behandlung, zu beseitigen. Der Probekörper wird mindestens 1 h abgekühlt und ohne störende Einflüsse bei einer Temperatur von $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchte von $(50 \pm 5)\%$ geprüft. Der Probekörper muss immer auf der Platte aus hochisolierendem Werkstoff geprüft werden. Bei einigen Werkstoffen kann bei 70°C eine Verformung auftreten, und dann kann eine Erwärmung für 5 h auf $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ vorteilhaft sein.

8.4 Das Messelektrodensystem (5.3.2) wird auf dem Probekörper so angeordnet, dass sichergestellt ist, dass die Kontakte in der Form von Messerschneiden rechtwinklig zur Stromflussrichtung liegen und der Abstand keiner der Messelektroden von einer Stromelektrode weniger als 20 mm beträgt. Der Strom wird eingeschaltet und der Potentialabfall zwischen den Messelektroden mit dem Elektrometer (5.4) gemessen.

Die Durchführung der Messung wird zwei weitere Male am gleichen Probekörper wiederholt, wobei die Messelektroden jedes Mal so bewegt werden, dass die Messungen zwischen den Stromelektroden über die gesamte Länge des Probekörpers gleichmäßig verteilt erfolgen.

8.5 Die übrigen fünf Probekörper werden nach dem gleichen Verfahren geprüft.

9 Angabe der Ergebnisse

9.1 Für jede Stellung der Messelektroden wird der Widerstand R , in Ohm, unter Anwendung von Gleichung (1) berechnet:

$$R = \frac{\Delta U}{I} \quad (1)$$

Dabei ist

ΔU der Potentialabfall zwischen den Messelektroden, in Volt;

I der durch den Probekörper fließende Strom, in Ampere.

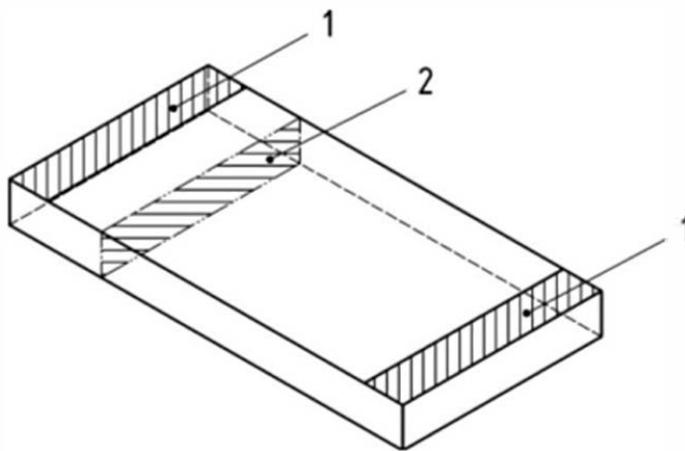
9.2 Der spezifische elektrische Widerstand ρ , angegeben in Ohmzentimeter, ist durch Gleichung (2) gegeben:

$$\rho = \frac{R \times A}{d}$$

Dabei ist

- R der nach 9.1 berechnete Widerstand, in Ohm;
- A die Querschnittsfläche eines Probekörpers rechtwinklig zum Stromfluss, in Quadratzentimeter (siehe Bild 3);
- d der Abstand zwischen den Messelektroden in Zentimeter.

Für jede Stromflussrichtung wird der Median aus den neun auf die beschriebene Weise berechneten Werten für den spezifischen Widerstand bestimmt.



Legende

- 1 Stromelektroden
- 2 Querschnittsfläche (A)

Bild 3 — Probekörper

10 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss die folgenden Einzelheiten enthalten:

- a) eine Verweisung auf dieses Dokument, einschließlich des Jahres der Veröffentlichung, d. h. ISO 3915;
- b) vollständige Identifizierung der Probe einschließlich der Einzelheiten ihrer Bearbeitung, falls maßgeblich;
- c) Maße des Probekörpers;
- d) Konditionierung, falls von der in 8.3 beschriebenen abweichend oder falls die Konditionierung bei 60 °C angewendet wird;
- e) die Breite der Messelektroden und der Abstand zwischen diesen;
- f) die angewendete Stromstärke und der Mittelwert des gemessenen Potentialabfalls;

- g) die einzelnen Werte für den spezifischen Widerstand und die Medianwerte der Ergebnisse in den beiden Prüfrichtungen;
- h) alle sonstigen Einzelheiten, die sich auf die Prüfergebnisse ausgewirkt haben können;
- i) alle Abweichungen vom Verfahren;
- k) alle ungewöhnlichen beobachteten Eigenschaften;
- l) das Datum der Prüfung.

<http://www.china-gauges.com/>

Literaturhinweise

- [1] ISO 1853, *Conducting and dissipative rubbers, vulcanized or thermoplastic — Measurement of resistivity*

<http://www.china-gauges.com/>